

**JP-A-9-229858**

Col.4 L.7-9

Two kinds of low-pass type optical filters F (central wavelengths of  $3.7\mu\text{m}$  and  $4.3\mu\text{m}$ ) are arranged in front of a photoreceptor 5 (the side of incidence of the photoreceptor 5).

Col. 5 L. 2-8

16 is an oval reflector 16 having the optical filters and a function of infrared ray shielding. The oval reflector 16 has a through hole 17 for passing infrared rays and a hole 18 for the optical filters F at positions to which a light source 4 and the photoreceptor 5 are opposed. An infrared passing member G made of a material such as sapphire and  $\text{BaF}_2$  is attached to the through hole 17.

Col. 5 L.41-43

Because the light source 4 and the photoreceptor 5 can be arranged on a single circuit board 13, the configuration of the circuit board 13 can be also simplified.

Col. 5 L.46-47

The entire area of the circuit board 13 that includes the light source 4 and the photoreceptor 5 can be thermally stabilized.

資料 ①

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-229858

(43) 公開日 平成9年(1997)9月5日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

G01N 21/61

21/35

識別記号

F I

G01N 21/61

21/35

Z

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全7頁)

(21) 出願番号 特願平8-58464

(22) 出願日 平成8年(1996)2月20日

(71) 出願人 000155023

株式会社堀場製作所

京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地

(72) 発明者 操谷 俊之

京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地

株式会社堀場製作所内

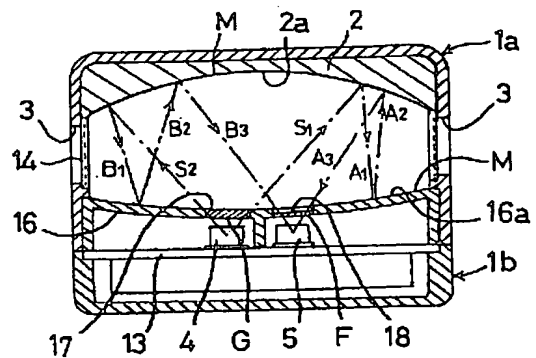
(74) 代理人 弁理士 藤本 英夫

(54) 【発明の名称】 赤外線ガス分析計

(57) 【要約】

【課題】 小型化および構造の簡素化を図ることができる赤外線ガス分析計を提供すること。

【解決手段】 凹面反射鏡2、16を対向させて配置し、一方の凹面反射鏡16側から他方の凹面反射鏡側2に向けて赤外光S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>が出射するように光源4を設け、この光源4から出射された赤外光S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>が両凹面反射鏡2、16間で多重反射した後、その反射光束A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>が集束する位置またはその近傍に受光器5を設け、両凹面反射鏡2、16間の空間に被測定ガスを含むガスを流入させ、その特性吸収の度合を測定するように構成してある。



- 1…金属ケース
- 2…楕円反射鏡（他方の凹面反射鏡）
- 4…光源
- 5…受光器
- 16…楕円反射鏡（一方の凹面反射鏡）
- S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>…光源から出射された赤外光
- A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>…多重反射光
- A<sub>3</sub>、B<sub>3</sub>…反射光束

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 凹面反射鏡を対向させて配置し、一方の凹面反射鏡側から他方の凹面反射鏡側に向けて赤外光が出射するように光源を設け、この光源から出射された赤外光が前記両凹面反射鏡間で多重反射した後、その反射光束が集束する位置またはその近傍に受光器を設け、前記両凹面反射鏡間の空間に被測定ガスを含むガスを流入させ、その特性吸収の度合を測定するよう構成したことを特徴とする赤外線ガス分析計。

【請求項 2】 前記 2 つの凹面反射鏡が、それぞれ異なる曲率を有する楕円形状の単一のミラーから構成され、一方の凹面反射鏡側に設けた回路基板上に光源と受光器を並設し、光源から出射された赤外光が、他方の凹面反射鏡で反射して平行光となり、続いて一方の凹面反射鏡で反射し、再度他方の凹面反射鏡で反射するよう多重反射を繰り返した後受光器に集束する請求項 1 に記載の赤外線ガス分析計。

【請求項 3】 前記一方の凹面反射鏡が、楕円形状の単一のミラーから構成される前記他方の凹面反射鏡とは異なる曲率を有する楕円形状の複数のミラーを組み合わせる構成され、前記一方の凹面反射鏡側に設けた回路基板上には、1 つの光源と、前記複数のミラーの数に対応する数の受光器が並設され、光源から出射された赤外光が、前記複数のミラーと他方の凹面反射鏡との間で多重反射を繰り返した後各受光器に集束する請求項 1 に記載の赤外線ガス分析計。

【請求項 4】 前記一方の凹面反射鏡が 2 つのミラーを組み合わせる構成されて 2 光路を形成する請求項 3 に記載の赤外線ガス分析計。

【請求項 5】 前記一方の凹面反射鏡が 3 つのミラーを組み合わせる構成されて 3 光路を形成する請求項 3 に記載の赤外線ガス分析計。

【請求項 6】 前記 2 つの凹面反射鏡は、両者共分割軸を境にして楕円形状の 2 つのミラーが組み合わせられて構成され、一方の凹面反射鏡側に設けた回路基板上には、1 つの光源と、4 つの受光器が並設されるとともに、分割軸同士を直交させた状態で 2 つの凹面反射鏡を対向させて配置し、光源から出射された赤外光が、2 つの凹面反射鏡間で多重反射を繰り返した後各受光器に集束する請求項 1 に記載の赤外線ガス分析計。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、空調制御用ガスセンサやガス管理区域内に設置されるガス警報機あるいはガス濃度測定器などに使用される赤外線ガス分析計に関する。

## 【0002】

【従来の技術】赤外線吸収を利用した赤外線ガス分析計で用いられる吸収セルは、パイプ形状がとられることが多く、光源と検出器はこの吸収セルの両端に位置するの

が一般的である。

【0003】例えば、2 つの光源を採用したダブルビーム形の赤外線吸収方式の  $\text{CO}_2$  ガス濃度計（以下、 $\text{CO}_2$  計という）の場合、基準ガスが流れる比較セルと、被測定ガスが流れる測定セルと、測定セルに対応する検出器および比較セルに対応する検出器の計 2 つの検出器とが設けられ、光学系ベンチが構成されている。そして、測定セルに対応する検出器は、その前面に  $\text{CO}_2$  のみの特性吸収帯域の赤外光を通過させる光学フィルタ（例えば、中心透過波長  $4.3 \mu\text{m}$  のバンドパスフィルタ）を備える一方、比較セルに対応する検出器は、その前面に  $\text{CO}_2$  に対して吸収帯域のないところの波長の赤外光を通過させる光学フィルタ（例えば、中心透過波長  $3.7 \mu\text{m}$  のバンドパスフィルタ）を備え、光源から等しく出された赤外線は、測定セル中の  $\text{CO}_2$  により吸収され、各検出器から出力された検出信号を演算処理することにより  $\text{CO}_2$  ガスの濃度値を出力する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記構成の  $\text{CO}_2$  計を、空調制御用ガスセンサやガス管理区域内に設置されるガス警報機あるいはガス濃度測定器として使用するためには、光学系ベンチの構造を小型化、かつ簡素化することが望まれるけれども、上記構成では、光源と検出器の開き角を大きくとれないため、感度を上げるには、光路長（吸収長）をできるだけ長くするしかなく、セル長の長い吸収セルが要求され、 $\text{CO}_2$  計全体の構成が大型化する。その上、光源と検出器を吸収セルの両端に設置せざるを得ないため、光源や検出器への配線が必要であり、そのための電気回路の構成が複雑である。

【0005】この発明は、上述の事柄に留意してなされたもので、その目的は、小型化および構造の簡素化を図ることができる赤外線ガス分析計を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明は、凹面反射鏡を対向させて配置し、一方の凹面反射鏡側から他方の凹面反射鏡側に向けて赤外光が出射するように光源を設け、この光源から出射された赤外光が前記両凹面反射鏡間で多重反射した後、その反射光束が集束する位置またはその近傍に受光器を設け、前記両凹面反射鏡間の空間に被測定ガスを含むガスを流入させ、その特性吸収の度合を測定するよう構成してある。

【0007】この発明では、光源から出射された赤外光の反射光束が集束する位置またはその近傍に受光器を設けているので、赤外吸収に係る光路の開き角を大きくできるとともに、凹面反射鏡を対向させて配置しているので、多重反射が可能となり、1 つの凹面反射鏡を設けた場合に比して、折り返し光路を増大できる。

## 【0008】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施形態を、図面に基いて説明する。図1、図2はこの発明の第1の実施形態の赤外線ガス分析計を示し、図3は動作を示す図である。この第1の実施形態では、赤外線ガス分析計としてCO<sub>2</sub>ガス濃度計（以下、CO<sub>2</sub>計という）を採用している。

【0009】図1～図4において、1は、金属製の上部ケース1a、金属製の下部ケース1bからなる1つの金属ケースで、上部ケース1aの内面に楕円形状の単一のミラー（凹面反射鏡の一例）2が形成されている。この楕円反射鏡2の材質は、例えば鋳造用金属または射出成形用合成樹脂（ABSなど）であり、公知の方法で形成され、楕円反射鏡2の表面2aには赤外域で高い反射率を示す金属（金、アルミニウム、クロムなど）Mが蒸着されたり、コーティングされている。

【0010】3は、上部ケース1aの4つの側面に設けられた正面視矩形の開口部で、この開口部3は各側面に複数個形成されており、被測定ガスはこれら開口部3より、自然拡散によりCO<sub>2</sub>計内に流入する。

【0011】4は光源で、例えばタングステンランプであり、後述する回路基板13上に配置されている。そして、電氣的に光源4をオン・オフする直接変調方式を採用している。

【0012】5は、回路基板13上に光源4と並べて配置されている受光器で、例えば焦電型赤外線センサ（PbS、PbSeなどの量子型検出器、あるいは、サーモパイルでもよい）であり、この受光器5はデュアルツインタイプに構成されている。具体的に説明すると、図4において、受光器5の容器21の上面部のほぼ中央に開口部Aが形成され、この開口部Aを閉塞するように赤外線透過性の窓材Bが取り付けられている。この窓材Bはサファイア、BaF<sub>2</sub>等の材料からなり、容器21内には例えばPZT（チタン酸ジルコン酸鉛系セラミックス）よりなる赤外線検出素子6が収容され、この赤外線検出素子6には、4つの受光素子7、8、9、10が形成されている。受光素子7と8、受光素子9と10は、同一形状、同一受光面積を有し、対称（受光素子7と8、受光素子9と10がそれぞれ線対称）にしかも近接した状態で、例えば「田」字状に配置されている。そして、受光素子7と8とで一对のデュアル素子11を構成し、受光素子9と10とでもう一对のデュアル素子12を構成している。そして、前記受光素子7と8、9と10は、それらの電極（符号+、-で示す）が直列逆接続されており、更に、デュアル素子11、12は、インピーダンス変換用のFET、時定数調整用の高抵抗、デュアル素子11、12に電圧を供給するための電源端子等で電氣的接続され、それらの受光素子7～10が全て赤外光を受光するのではなく、図4に示すように、それぞれにおける一方の受光素子7、9に外部の赤外光が入射するよう

に、窓材Bの表裏（上下）両面に遮光部19（図中、仮想線で示すハッチング部分）を設け、受光素子7、9に対応する部分のみを光透過部20（図中、白抜き部分）とし、他方の受光素子8、10には外部の赤外光が入射しないようにして、受光素子8、10を例えば温度補償用としている。

【0013】また、受光器5の前面（受光器5の入射側）には、2種類（中心波長3.7 $\mu$ mと4.3 $\mu$ m）の狭帯域透過型の光学フィルタFが設置されている。この光学フィルタFは、2種類の特性を有するフィルタF<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>からなり、例えば、一方の受光素子7と8の前面にCO<sub>2</sub>に対して吸収帯域のないところの波長の赤外光を通過させる光学フィルタF<sub>1</sub>を設けることで、受光素子7と8は、CO<sub>2</sub>の特性吸収の無い波長3.7 $\mu$ mのみに感度を有する。そして、他方の受光素子9と10の前面にCO<sub>2</sub>のみの特性吸収帯域の赤外光を通過させる光学フィルタF<sub>2</sub>を設けることで、受光素子9と10は、CO<sub>2</sub>の特性吸収帯である4.3 $\mu$ mのみに感度を有する。この2種類の光学フィルタF<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>は、後述するもう1つの楕円形状の単一のミラー（凹面反射鏡の一例）16に形成された光学フィルタ設置用穴18（図1参照）に設置される。

【0014】13は回路基板で、この回路基板13上に、光源4と受光器5が直上の楕円反射鏡16に対向させる形で配置されている。そして、受光器5は、例えば、図3に示すように、光源4から楕円反射鏡2に向かって放射状に出射された赤外光S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>が、楕円反射鏡2で反射して平行光A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>となり、続いて楕円反射鏡16で反射し、再度楕円反射鏡2で反射するよう多重反射を繰り返した後集束するよう配置されている。回路基板13は、光源4と受光器5を含めて1つの金属ケース1に覆われている。なお、この回路基板13には、図示しない電気回路が形成されている。すなわち、光源4に電流を供給する定電流駆動回路、受光器5の2つの出力をそれぞれ増幅し演算する、受光出力の増幅・演算回路、指示校正回路、電圧安定化回路などが形成されており、更に、CO<sub>2</sub>ガスの濃度値を電圧または電流の形で伝送するか、または警報信号を出力する外部出力回路が形成されている。また、これらの出力をコントロールパネルに伝送する場合には、送信回路を具備してもよい。要するに、光源4と受光器5は、上述の電気回路を含めて1つの回路基板13上に形成されており、さらに回路基板13および2つの楕円反射鏡2、16は1つの金属ケース1内に収納・固定されている。したがって、周囲温度の変化に対しても指示値が安定するとともに、外部のノイズに対しても強いCO<sub>2</sub>計が容易に得られる。

【0015】14は、ゴミや粉塵の流入防止のためのフィルタで、楕円反射鏡2と楕円反射鏡16との間の上部ケース1aの側面に形成された開口部3を覆うように配

置される。

【0016】16は、前記光学フィルタを搭載する楕円反射鏡16で、赤外光を遮蔽する機能も有する。この楕円反射鏡16は、光源4および受光器5に対応する位置にそれぞれ、赤外光の通過穴17および前記光学フィルタFが設置される穴18を有する。そして、通過穴17にはサファイア、BaF<sub>2</sub>等の材料からなる赤外線透過部材Gが取り付けられている。なお、楕円反射鏡16の材質は楕円反射鏡2と同一であり、また、楕円反射鏡16の表面16aには赤外域で高い反射率を示す金属Mが蒸着されたり、コーティングされている。そして、反射光束A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>を効率よく受光器5に集束させる点から、2つの楕円反射鏡2、16は、それぞれ異なる曲率を有する楕円形状の単一のミラーから構成されるのが好ましく、しかも楕円反射鏡2よりも光源4・受光器5側の楕円反射鏡16の曲率を大に設定するのが好ましい。

【0017】以下動作について説明する。図3において、光源4から通過穴17を介して楕円反射鏡2に向かって放射状に出射された赤外光S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>は楕円反射鏡2で反射して平行光A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>となる。この平行光A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>は楕円反射鏡16で反射する。この反射光A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>は再び楕円反射鏡2に戻り、もう一度反射し、この反射光A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>が受光器5に集光される。すなわち、光源4から出た光束は楕円反射鏡2で2回、楕円反射鏡16で1回、合計3回折り返すことになり、従来に比べて4倍の光路長（吸収長）を得ることができる。また、赤外吸収に係る光路の開き角（光源4の開き角、受光器5の受光角）を大きくとれるため、従来構造よりも発光の伝達効率を高くできる。

【0018】このように、楕円反射鏡16側に光源4と受光器5を、楕円反射鏡2に対向させる形で同一回路基板13上に配置して受光器5内の受光素子7、9に反射光A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>が集束するように構成したので、多重反射が可能となる。したがって、赤外吸収に係る光路を折り返し型に、しかも従来の4倍の光路長（セル内を2往復）が得られるため、例えば、1つの凹面反射鏡を設けた場合に比して、十分な吸収長を持ちながら、かつ小型でも十分な赤外吸収を得ることができ、受光器5の2つの出力を演算処理することによりCO<sub>2</sub>ガスの濃度値または警報を出力して空調制御が確実に行える。

【0019】また、光源4と受光器5を1つの回路基板13上に設置できるため、回路基板13の構成も簡素化できる。さらに、従来の構成に比べて、部品点数を減らすことができ、ケース内部の構成を簡素化できる。しかも光源4と受光器5を含む回路基板13全体を熱的に安定化させることができるので、周囲温度の変化に対しても指示値の変化は少なく、また、外部のノイズに対しても強いCO<sub>2</sub>計が容易に得られる。

【0020】なお、この実施形態では、光源4をオン・オフする直接変調方式を採用したものを示したが、光源

側または受光器側に機械式の光断続器を設けてもよい。

【0021】また、上記実施形態では凹面反射鏡として、1枚のミラー片により構成される（1面の）楕円反射鏡2、16を対向させて多重反射できるようにし、楕円反射鏡16側に光源4と、感度波長の異なる2つのデュアル素子11およびデュアル素子12が内蔵された受光器5とにより構成された2往復の折り返し光路を有する、CO<sub>2</sub>の1成分を測定対象成分とするCO<sub>2</sub>計を示したが、複数のミラー片を組み合わせたマルチセグメントミラーにより構成される（複数面の）楕円反射鏡を、一方の楕円反射鏡に採用することにより、マルチ光路を有するCO<sub>2</sub>計を得ることができる。

【0022】図5は、光源・受光器側の楕円反射鏡として、2枚のミラー片により構成されるものを用いて2光路を形成することにより、CO<sub>2</sub>とCOの2成分を同時に検出できるようにしたこの発明の第2の実施形態を示す。なお、図5において、図1～図3と同一符号のものは、同一または相当物である。

【0023】図5は、CO<sub>2</sub>とCOの2成分を同時に検出できるガスセンサを示す図である。図5において、30は、2枚のミラー片31、32により構成される光源4・受光器33、34側の楕円反射鏡である。2つの楕円反射鏡31、32は、反射光束を効率よく受光器33、34に集束させる点から、楕円形状の単一のミラーから構成される楕円反射鏡2とは異なる曲率を有するように構成されるのが好ましく、しかも楕円反射鏡2よりも楕円反射鏡31、32の曲率を大に設定するのが好ましい。

【0024】上記第1の実施形態と異なる点は、単一のミラーから構成される楕円反射鏡16の代わりに2つの楕円反射鏡31、32を設けた点と、楕円反射鏡31および楕円反射鏡2間、楕円反射鏡32および楕円反射鏡2間それぞれで多重反射した光を、楕円反射鏡31直下の回路基板13上に設置した受光器33および楕円反射鏡32の直下の回路基板13上に設置した受光器34に集光させる点である。31aは楕円反射鏡31の表面を示し、32aは楕円反射鏡32の表面を示す。33はCO<sub>2</sub>測定用受光器であり、また、34はCO測定用受光器であって、これら受光器33、34は上記第1の実施形態で用いた受光器5と同一構成であり、それぞれ図4に示すようなデュアルツインタイプに構成されている。そして、CO測定用受光器34は、その前面（受光器34の入射側の光学フィルタ設置用穴58）に2種類の、上述した光学フィルタFとは異なる特性を有する狭帯域透過型の光学フィルタfを有する。すなわち、楕円反射鏡32に形成された光学フィルタ設置用穴58には、2種類（中心波長3.7μmと4.7μm）の狭帯域透過型の光学フィルタf<sub>1</sub>、f<sub>2</sub>が設置されている。例えば、受光器32を構成する一方のデュアル素子（例えば、図4に示されるデュアル素子11）の前面にCOに

対して吸収帯域のないところの波長の赤外光を通過させる光学フィルタ $f_1$ を設けることで、一方のデュアル素子は、COの特性吸収の無い波長 $3.7\mu m$ のみに感度を有する。そして、他方のデュアル素子（例えば、図4に示されるデュアル素子12）の前面にCOのみの特性吸収帯域の赤外光を通過させる光学フィルタ $f_2$ を設けることで、他方のデュアル素子の特性吸収帯である $4.7\mu m$ のみに感度を有する。

【0025】而して、被測定ガスは上部ケース1a側面の開口部3より、自然拡散によりケース1内に流入する。そして、光源4から通過穴17を介して楕円反射鏡2に向かって放射状に出射された赤外光 $S_1$ 、 $S_2$ は、楕円反射鏡2で反射して、平行光 $A_1$ 、 $B_1$ となる。この平行光 $A_1$ は楕円反射鏡32で反射する一方、平行光 $B_1$ は楕円反射鏡31で反射する。反射光 $A_2$ 、 $B_2$ は再び楕円反射鏡2に戻り、もう一度反射し、反射光 $A_3$ が受光器34に集光され、反射光 $B_3$ が受光器33に集光される。すなわち、光源4から出た光束は、楕円反射鏡2で2回、楕円反射鏡31で1回、合計3回折り返すとともに、楕円反射鏡2で2回、楕円反射鏡32で1回、合計3回折り返すことになり、従来に比べて4倍の光路長（吸収長）を得ることができる。また、赤外吸収に係る光路の開き角（光源4の開き角、受光器5の受光角）を大きくとれるため、従来構造よりも発光の伝達効率を高くできる。

【0026】なお、CO<sub>2</sub>とCOは、感度比が異なるので、各ミラー片の形状を感度比に応じて適切なものに予め設定しておくのが好ましい。すなわち、ミラー片の分割比（面積比）を変えることにより感度アップを行い、CO<sub>2</sub>、COごとに光学利得を変えることが可能である。例えば、COはCO<sub>2</sub>に比して高感度であるので、測定濃度レンジが同じであれば楕円反射鏡31の面積を楕円反射鏡32のものよりも大に設定すればよい。

【0027】このように、測定するCO<sub>2</sub>、COといった感度比の異なるガス種に対しても2光路を形成できる上に、楕円反射鏡31、32の分割比を変えることにより、CO<sub>2</sub>、COごとに光学利得を変えることができるため、回路設計の負担も低減できる。

【0028】図6は、CO<sub>2</sub>、CO、HCの3つの成分を同時に検出できるようにしたこの発明の第3の実施形態を示す。なお、図6において、図1～図5と同一符号のものは、同一または相当物である。上記第1の実施形態と異なる点は、単一のミラーから構成される楕円反射鏡16の代わりに3つの楕円反射鏡35、36、37を設けた点と、楕円反射鏡35および楕円反射鏡2間、楕円反射鏡36および楕円反射鏡2間ならびに楕円反射鏡37および楕円反射鏡2間それぞれで多重反射した光を、楕円反射鏡35直下の回路基板13上に設置したCO<sub>2</sub>測定用受光器（図示せず）、楕円反射鏡36の直下の回路基板13上に設置したCO測定用受光器（図示せ

ず）および楕円反射鏡37の直下の回路基板13上に設置したHC測定用受光器（図示せず）に集光させる点である。各測定用受光器は、上記第1の実施形態で用いたものと同一構成であり、それぞれ図4に示すようなデュアルツインタイプ（4受光部を有する検出器）に構成されている。

【0029】そして、3つの楕円反射鏡35、36、37は、反射光束を効率よく各受光器に集束させる点から、楕円形状の単一のミラーから構成される楕円反射鏡2とは異なる曲率を有するよう構成されるのが好ましく、しかも楕円反射鏡2よりも楕円反射鏡35、36、37の曲率を大に設定するのが好ましい。

【0030】そして、楕円反射鏡35におけるCO<sub>2</sub>測定用受光器の前面には、光学フィルタFを有する光学フィルタ設置用穴18が形成され、楕円反射鏡36におけるCO測定用受光器の前面には、光学フィルタfを有する光学フィルタ設置用穴58が形成され、また、楕円反射鏡37におけるHC測定用受光器の前面には、HC用の特定の光学フィルタKを有する光学フィルタ設置用穴60が形成されている。

【0031】而して、光源・受光器側の3つの楕円反射鏡35、36、37を、1つの楕円反射鏡2に対向させて配置したので、3光路化が容易に実現できる。そして、光源4から出た光束は、楕円反射鏡35および楕円反射鏡2間においては、楕円反射鏡2で2回、楕円反射鏡35で1回、合計3回折り返すとともに、楕円反射鏡36および楕円反射鏡2間においては、楕円反射鏡2で2回、楕円反射鏡36で1回、合計3回折り返し、さらに、楕円反射鏡37および楕円反射鏡2間においては、楕円反射鏡2で2回、楕円反射鏡37で1回、合計3回折り返すことになり、従来に比べてそれぞれ4倍の光路長（吸収長）を得ることができる。また、赤外吸収に係る光路の開き角（光源4の開き角、受光器の受光角）を大きくとれるため、従来構造よりも発光の伝達効率を高くできる。

【0032】図7は、CO<sub>2</sub>、CO、HCの3つの成分を同時に検出できるようにしたこの発明の第4の実施形態を示す。なお、図7において、図1～図6と同一符号のものは、同一または相当物である。上記第3の実施形態と異なる点は、単一のミラーから構成される楕円反射鏡2の代わりに2つのミラー片70、71から構成される楕円反射鏡72を用い、かつ光源・受光器側にも2つのミラー片73、74から構成される楕円反射鏡75を設けた点である。しかも、2つの楕円反射鏡72、75は、両者共分割軸L、N同士を直交させた状態で対向配置しており、これにより、反射光束を効率よく各測定用受光器に集束させることができる。80は、回路基板13上に光源4と並べてミラー片74に対向して配置された比較用受光器（図示せず）のための光学フィルタ設置用穴で、光学フィルタPを有する。

【0033】なお、CO<sub>2</sub>、CO、HC各測定用受光器は、上記第1～3の各実施形態で用いたデュアル素子11、12からなるデュアルツインタイプのものではなく、図4において、例えば、デュアル素子11だけ、あるいは、デュアル素子12だけから構成されたデュアルタイプのもを使用している。したがって、第4の実施形態では、上述した比較用受光器が必要となる。この比較用受光器も勿論デュアルタイプのもを使用している。

【0034】なお、上記各実施形態では、凹面反射鏡として楕円反射鏡を用いたものを示したが、同様の機能を有するものであれば放物面を有する反射鏡やその他の球面形状を有する反射鏡を用いてもよい。

#### 【0035】

【発明の効果】以上説明したように、この発明においては、凹面反射鏡を対向させて配置し、一方の凹面反射鏡側から他方の凹面反射鏡側に向けて赤外光が射出するように光源を設け、この光源から射出された赤外光が前記両凹面反射鏡間で多重反射した後、その反射光束が集束する位置またはその近傍に受光器を設けているので、赤外吸収に係る光路の開き角を大きくできるとともに、2往復の折り返し光路を形成できる。したがって、小型でも十分な赤外吸収を得ることができ、受光器の出力を演算処理することによりガス種の濃度値または警報を出力して空調制御が確実に行える。

【0036】また、光源と受光器を1つの回路基板上に設置できるため、回路基板の構成も簡素化できる。さらに、従来の構成に比べて、部品点数を減らすことができ、ケース内部の構成を簡素化できる。しかも光源と受光器を含む回路基板全体を熱的に安定化させることがで

きる。周囲温度の変化に対しても指示値の変化は少なく、また、外部のノイズに対しても強い赤外線ガス分析計が容易に得られる。

【0037】更に、複数のミラー片を組み合わせたマルチセグメントミラーにより構成される凹面反射鏡を用いることにより、マルチ光路化が容易に実現できる。したがって、多成分化も容易であり、かつ、感度比の異なるガス種に対してもミラー片の分割比を変えることにより、ガス種ごとに光学利得を変えることができるため、回路設計の負担も低減できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施形態を示す分解斜視図である。

【図2】上記第1の実施形態を示す全体斜視図である。

【図3】上記第1の実施形態を示す構成説明図である。

【図4】上記第1の実施形態で用いた受光器を示す図である。

【図5】この発明の第2の実施形態を示す構成説明図である。

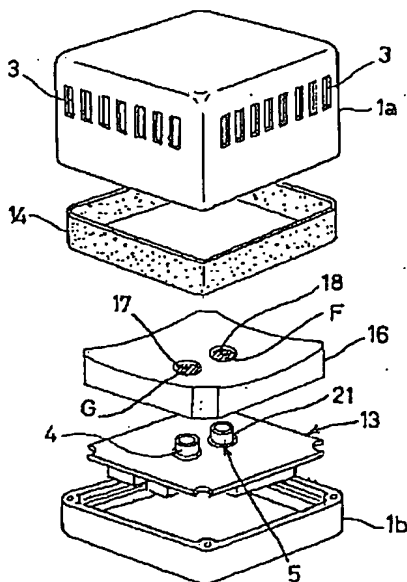
【図6】この発明の第3の実施形態を示す要部斜視図である。

【図7】この発明の第4の実施形態を示す要部斜視図である。

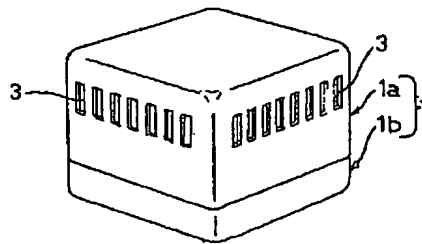
#### 【符号の説明】

1…金属ケース、2…楕円反射鏡（他方の凹面反射鏡）、4…光源、5…受光器、16…楕円反射鏡（一方の凹面反射鏡）、S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>…光源から射出された赤外光、A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>…多重反射光、A<sub>3</sub>、B<sub>3</sub>…反射光束。

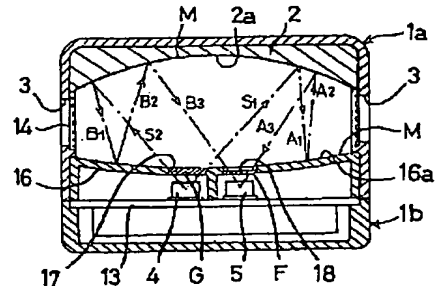
【図1】



【図2】

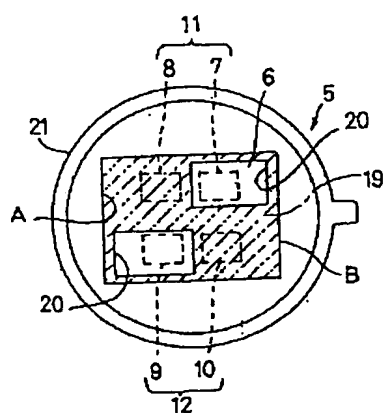


【図3】

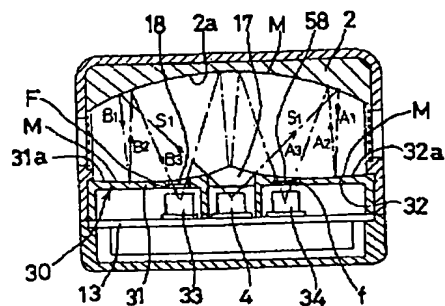


- 1…金属ケース
- 2…楕円反射鏡（他方の凹面反射鏡）
- 4…光源
- 5…受光器
- 16…楕円反射鏡（一方の凹面反射鏡）
- S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>…光源から射出された赤外光
- A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>…多重反射光
- A<sub>3</sub>、B<sub>3</sub>…反射光束

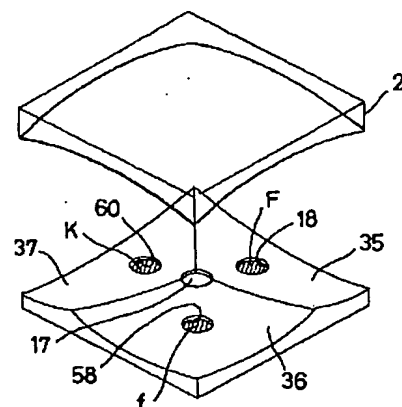
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

